

Monika Tarnawska  
KWH Pipe Poland sp. z o.o.

# Renowacje rurociągów rurami polietylenowymi

1.

Wśród najważniejszych zalet takich rozwiązań wymienia się ograniczoną inwazyjność nie tylko ze względu na środowisko naturalne, ale również teren wykonywania prac, zwłaszcza w rejonie zurbanizowanym. Źródłem oszczędności jest m.in. minimalny zakres prac ziemnych, ale przede wszystkim ograniczenie ingerencji w lokalne życie i funkcjonowanie miasta.

Firma KWH Pipe jest jednym z najbardziej doświadczonych producentów i dostawców rur polietylenowych, bowiem jej tradycja sięga połowy lat 50. ubiegłego wieku. Od roku 1976 zajmuje się również opracowywaniem systemów rurowych do renowacji zniszczonych rurociągów, wykorzystywanymi do naprawy wodociągów, kanalizacji ciśnieniowej i grawitacyjnej. Przy renowacji rurociągów ciśnieniowych rurami polietylenowymi stosowane są odcinki rur o średnicach od 90 do 1600 mm. Do naprawy rurociągów grawitacyjnych, zbudowanych z żelbetu, stali, GRP bądź żeliwa KWH Pipe oferuje rury o średnicach od 90 do 3000 mm. W rezultacie przywrócone zostają pierwotne parametry techniczne w zakresie ciśnienia i przepustowości, które zostały zaburzone ze względu na korozję, uszkodzenia struktury przewodu lub rozszczelnienia połączeń.

W niniejszym artykule zostaną przedstawione metody, materiały i ich zastosowania na przykładzie technologii i systemów rur proponowanych przez KWH Pipe.

Bez dużej przesady można powiedzieć, że znaczna część funkcjonującej infrastruktury wodociągowo-kanalizacyjnej w Polsce dożywa swych dni. Liczne inwestycje z lat 70. i 80. bazowały na rurach żelbetowych, stalowych i żeliwnych, które dziś wymagają ciągłych napraw, renowacji lub wymiany. Podczas gdy naprawy są rozwiązaniem prowizorycznym, a wymiany – kosztownym, sensownym kompromisem stają się renowacje – zwłaszcza wykonywane w technologiach bezwykopowych. Stąd w ostatnich latach ich popularność stale rośnie. W takich realizacjach wykorzystuje się m.in. różnorodność metody renowacji rurami polietylenowymi

## Stan techniczny kolektora i przygotowanie do renowacji

W ostatnich latach nastąpił znaczny postęp w zakresie inspekcji rurociągów przy użyciu kamer telewizyjnych (CCTV), sonarów i radarów. Te pierwsze wykorzystywane są do oceny stanu rurociągów nieprzelazowych. Sonary stosuje się wówczas, gdy rurociąg wypełniony jest cieczą, natomiast w sytuacji podejrzenia występowania kawern w przestrzeni wokół rurociągu do ich lokalizacji angażowane są urządzenia radarowe. Po określeniu rodzaju uszkodzeń przewodu dobierana jest technologia renowacyjna oraz rodzaj rur, zapewniających długookresowe i bezawaryjne działanie kolektora.

Wśród materiałów do renowacji rurociągów wykorzystywane są polietylenowe rury (Weholite, WehoPipe) oraz moduły (Vipliner, Weholite). Zalety, jakimi charakteryzują się te materiały to m.in. bardzo duża odporność na ścieranie; szeroki zakres odporności chemicznej; bardzo niski i długookresowy współczynnik chropowatości bezwzględnej  $k = 0,01$  mm; duża elastyczność (odporność na uderzenia hydrauliczne, możliwość zastępowania łuków swobodnym gięciem rury); jednorodność połączeń odcinków rur i kształtek; stuprocentowa szczelność połączeń; łatwość montażu bez względu na warunki atmosferyczne; bardzo mała waga rur w porów-





rzystuje się rury o średnicach od 63 mm do 1600 mm. Zależnie od stanu starego rurociągu i parametrów wprowadzanej rury można wciągać odcinki o długościach powyżej 1000 m. Po wprowadzeniu rury, przestrzenie międzyrurowe najlepiej wypełnić masą betonową lub zaprawą mieszaniny cementu z dodatkiem popiołu, co stabilizuje układ i uniemożliwia ewentualny przepływ wody gruntowej.



**Fot. 1.** Renowacja Wodociągu Dąbrowa w Łodzi metodą swageliningu za pomocą rur PEHD WehoPipe

**Fot. 2.** Renowacja skorodowanej magistrali wodociągowej we Wrocławiu metodą slipliningu za pomocą rur PEHD WehoPipe

**Fot. 3.** Renowacja kolektora technologicznego GRP w Chmielowie metodą reliningu długiego za pomocą rur PEHD Weholite

naniu z materiałami tradycyjnymi; odporność na promieniowanie UV; długowieczność.

## Dobór parametrów rur

Renowację poprzedza określenie parametrów rury przeznaczonej do wprowadzania. Zanim zostanie ona wykonana, należy sprecyzować wymagania techniczne, które ma spełniać nowy przewód. Maksymalna średnica zewnętrzna nowej rury zostaje ostatecznie ustalona w trakcie kalibracji, polegającej na przeciągnięciu przez naprawiany rurociąg kilkumetrowego odcinka o średnicy zewnętrznej równej średnicy rury planowanej do wprowadzenia. Minimalna średnica wewnętrzna to taka, która spełnia wymagania związane z przepustowością rury. W trakcie takiej analizy trzeba wziąć pod uwagę założenia projektowe sprzed lat, jak również obserwacje użytkownika sieci i aktualne plany rozwojowe. Wytrzymałość wprowadzanej rury na obciążenia zewnętrzne jest określana po analizie stanu starego przewodu, warunków gruntowo-wodnych, obciążeń komunikacyjnych i rodzaju planowanej iniekcji. W wielu przypadkach nowa rura musi być tak dobrana, aby samodzielnie przenosić wszelkie obciążenia zewnętrzne. Dla rur ciśnieniowych pełnościennych określa się niezbędną sztywność obwodową krótkookresową na podstawie rodzaju materiału i grubości ścianki. Dla rur strukturalnych Weholite dobiera się odpowiednią klasę sztywności SN.

## Relining długi (sliplining) rurą ciśnieniową PEHD WehoPipe

Technologia ta polega na wciągnięciu rury PEHD o średnicy zewnętrznej mniejszej od rzeczywistej średnicy wewnętrznej starego przewodu, z uwzględnieniem przewężeń, deformacji i przesunięć. Ma ona zastosowanie tam, gdzie redukcja średnicy nie wpłynie w znacznym stopniu na pogorszenie warunków hydraulicznych systemu. W metodzie tej wyko-

Relining długi z wykorzystaniem rur PEHD WehoPipe został przeprowadzony np. w 2008 r. podczas remontu starej skorodowanej magistrali wodociągowej we Wrocławiu (zadanie C3 i C4 opisane w „Inżynierii Bezwykopowej” 2/2009 [26]). Rurę specjalną PEHD d. 1030 × 74,3 (59,3+15,0) PE100 PN10 SDR17 zastosowano wówczas dla odcinka L = 2931 m od ul. Leonarda da Vinci do ul. Olgi Drahonowskiej (zadanie C3) oraz dla odcinka L = 2298 m od wieży ciśnień na ul. Wiśniowej do ul. Alei Pracy (zadanie C4). Dla potrzeb wprowadzenia urządzeń niezbędnych do wykonania czyszczenia i renowacji magistrali metodą reliningu wykonano tymczasowe komory robocze w postaci umocnionych wykopów pionowych.

## Swagelining rurą ciśnieniową PEHD WehoPipe

Podobnie jak podczas zastosowania tradycyjnego reliningu długiego, do starego przewodu wciągane są długie odcinki (nawet powyżej 1000 m) rury ciśnieniowej PEHD. Różnica polega na tym, że średnica zewnętrzna wprowadzanej rury pierwotnie jest równa lub nieznacznie większa od średnicy wewnętrznej przewodu poddanego renowacji. Podczas zastosowania tej metody wykorzystywane są rury o średnicach od 75 mm do 900 mm, a w efekcie renowacji średnica zewnętrzna rury PE ulega zmniejszeniu. Wprowadzenie jej do



przewodu odbywa się poprzez podgrzanie i przeciągnięcie rury przez specjalną matrycę redukcyjną z wykorzystaniem stałej, kontrolowanej siły ciągu. Po wciągnięciu rurociągu i zwolnieniu siły ciągu następuje proces powrotu rury do pierwotnego kształtu, co prowadzi do ciasnego dopasowania. W takiej sytuacji nie ma konieczności wypełniania przestrzeni międzyrurowej.

Metodę swageliningu (ciasnopasowania) zastosowano np. w 2009 r. w ramach renowacji Wodociągu Dąbrowa o średnicy 750 mm. Magistralą tą woda dostarczana jest do 1/3 odbiorców w Łodzi. Do wnętrza zniszczonego rurociągu wprowadzono rury PEHD o średnicy zmniejszonej pod wpływem podgrzania rur na czas ich instalacji. Po wciągnięciu przewodu siła ciągu została zwolniona, a nowa polietylenowa rura dopasowała się do wewnętrznej średnicy starego przewodu. Takie rozwiązanie dodatkowo wzmacnia konstrukcję naprawianego rurociągu. Metodę ciasnopasowania zastosowano na pierwszym odcinku magistrali przy wyjściu ze Stacji Uzdatniania Wody, gdzie występują największe uderzenia hydrauliczne i gdzie rurociąg był najbardziej eksploatowany, przy przejściach pod bardzo ruchliwymi drogami, pod torami PKP i torami tramwajowymi. W ramach tego zadania wykorzystano rury ciśnieniowe WehoPipe PE100 DA800 SDR17 PN10 o długości łącznej wynoszącej około 600 m.

### Relining długi (sliplining) rurą PEHD Weholite

Stosowanie tej metody połączone jest z wykorzystaniem rur grawitacyjnych strukturalnych Weholite, łączonych na różne sposoby, w zależności od średnicy (od 300 do 3000 mm). Rurociąg taki wciągany jest poprzez wykop startowy do wnętrza starego kanału. Jeden wykop umożliwia wykonanie renowacji w dwóch kierunkach. Najczęściej długość takiego rurociągu wynosi około 200 m, chociaż w zależności od klasy wprowadzanych modułów i warunków prowadzenia

**Fot. 4.** Renowacja kanału żelbetowego we Wrocławiu metodą reliningu krótkiego za pomocą rur Weholite

**Fot. 5.** Renowacja kanału betowego w Legionowie metodą reliningu krótkiego za pomocą modułów VipLiner



prac, takie przewody mogą mieć do około 400 m długości. Wypełnienie przestrzeni międzyrurowej polega na wprowadzeniu masy iniekcyjnej.

Relining długi z wykorzystaniem rur PEHD Weholite DN800 SN8 zastosowano np. w 2012 r. w Chmielowie podczas renowacji nowo ułożonego kolektora technologicznego GRP o średnicy DN1200. Wykorzystano tam rury o długości 12,5 m, łączone metodą spawania ekstruzyjnego drutem polietylenowym na zewnątrz poza komorą montażową. Następnie wciągnięto cały rurociąg do wnętrza kolektora GRP. Dodatkową zaletą była też możliwość instalacji z jednej komory montażowej, bez konieczności prowadzenia wykopu otwartego, biorąc pod uwagę fakt, że kanalizacja technologiczna biegnie na dwóch działkach o oddzielnych pozwoleniach na budowę.

### Relining krótki modułami Weholite

Warunki posadowienia istniejącego rurociągu grawitacyjnego przeznaczonego do renowacji determinują wybór metody i materiałów w tym celu wykorzystywanych. Jeśli do dyspozycji pozostają studzienki kanalizacyjne lub małe wykopy montażowe, można stosować relining krótki modułami Weholite. Metoda ta polega na wprowadzeniu krótkich odcinków rur (w zakresie średnic DN400–DN3000) łączonych za pomocą zatrasków z uszczelką lub przez skrócenie końcówek rur i wykonanie spawu. W takich sytuacjach długość modułów wynosi od 1 do 6 m. Metoda ta sprawdza się również w sytuacji bezwykopowego pokonywania luków.



Przykładem renowacji metodą reliningu krótkiego rurami Weholite (DN2000 SN5) o długościach 3 i 6 m była naprawa zniszczonego kanału żelbetowego z lat 70., wykonana we Wrocławiu w 2003 r. na odcinku 231 m. Kolektor o średnicy wewnętrznej wynoszącej 2,5 m przebiegał przez centrum miasta. Podczas prac naprawczych polietylenowe moduły Weholite wprowadzono do wnętrza zniszczonego kanału, dzięki czemu nie było konieczności ograniczania ruchu ulicznego, a równocześnie zachowano ciągłość w odbiorze ścieków. Na tym odcinku występowały również luki, które pokonano bez robienia wykopów, a powstałą przestrzeń międzyrurową wypełniono mieszaniną cementowo-popiołową.



Fot. 6. Renowacja kanału kamionkowego w Warszawie metodą krakingu i reliningu krótkiego za pomocą modułów VipLiner

## Relining krótki modułami VipLiner

Relining krótki można przeprowadzić również za pomocą modułów VipLiner (DN90 – DN560), które łączone są na specjalne złącza zatraskowe z uszczelką. Długość modułu VipLinera podyktowana jest przede wszystkim średnicą komory studzienki. Standardowa długość modułów (0,5 m) umożliwia ich wprowadzanie nawet ze studzienek o średnicy 800 mm. W przypadku wykorzystania komór o większych średnicach istnieje możliwość zastosowania dłuższych modułów. Do wprowadzenia VipLinera zazwyczaj używa się urządzeń ręcznych. Przy dłuższych odcinkach poddawanych renowacji montaż ułatwia zastosowanie urządzeń hydraulicznych popychających moduły jeden za drugim. Po wprowadzeniu do kanału wszystkich modułów przestrzeń pomiędzy starą rurą a VipLinierem wypełnia się „specjalnym” lekkim wypełniaczem, który uzupełnia wszystkie szczeliny, penetrując puste przestrzenie i stabilizując cały układ.

Przykładem renowacji z wykorzystaniem reliningu krótkiego modułami VipLiner była naprawa zniszczonego kanału betonowego z lat 70., służącego do transportu ścieków sanitarnych w Legionowie (2005 r.). Zastosowano tam moduły PE VipLiner DN560 o długości 0,5 m. Odcinek poddany renowacji mierzył 425 m. Jediną możliwą metodą bezwykopowej naprawy okazała się renowacja krótkimi modułami VipLiner, które stanowią samodzielny przewód kanalizacyjny o wysokiej sztywności obwodowej (SN8). Montaż odbywał się bezpośrednio ze studzienek kanalizacyjnych i w efekcie okazał się bardzo łatwy, bo moduły można było bez przeszkód wprowadzać przez włazy o średnicy 600 mm. Dodatkową trudność podczas instalacji stanowiły miejscowe całkowite obsunięcia istniejącego kanału. Wówczas do montażu modułów stosowano metodę przecisku.

## Kraking

Pod wpływem oględzin kanału może się okazać, że jego stan techniczny jest na tyle zły, iż występuje konieczność przebudowy. Jest ona również wskazana wówczas, gdy wprowadzenie nowej rury miałyby znacznie ograniczyć przepustowość kanału. W takiej sytuacji wykonywana jest wymiana liniowa poprzez rozbicie starej rury.

O doborze metody dla danego zadania decyduje się w odniesieniu do materiału z jakiego wykonana jest stara rura i jej

średnicy, planowanej średnicy wprowadzanej rury oraz infrastruktury podziemnej i naziemnej, znajdującej się w sąsiedztwie rurociągu. Mowa tu o metodzie krakingu, polegającej na rozbijaniu starej rury przy pomocy narzędzi uderowych lub poszerzaczy hydraulicznych i wprowadzeniu nowej rury bezpośrednio za urządzeniem kruszącym. Potrzeba zwiększenia średnicy istniejącego kanału również wskazuje na zasadność wykorzystania krakingu.

Podczas stosowania krakingu pneumatycznego narzędzie uderowe napędzane jest pneumatycznie. Przesuwając się w starej rurze, powoduje jej rozkruszenie i wciśnięcie powstałych w ten sposób fragmentów w grunt. Równocześnie podczas tej operacji do przewodu wprowadzana jest nowa rura PE, najczęściej o średnicy od 100 do 500 mm.

Częstotliwość uderzeń młota może mieć wpływ na pozostałą infrastrukturę podziemną i naziemną. Jeśli jest ona zagrożona, wówczas stosuje się tzw. kraking hydrauliczny. Podczas jego wykonywania rozszerzenie segmentów głowicy powoduje rozbicie starej rury. Powrót do pierwotnego kształtu umożliwia przesunięcie się jej do przodu przy równoczesnym wprowadzeniu nowej rury PE. Jeżeli stary rurociąg wyposażony jest w stalowe kołnierze lub był wcześniej naprawiany z użyciem modułów stalowych lub PE, których usunięcie przed renowacją nie jest możliwe, to można do wymiany liniowej wykorzystać kraking hydrauliczny z głowicą rozcinająco-poszerzającą. Podczas przeciągania rury stary przewód jest rozcinany.

Renowacja zniszczonego kanału kamionkowego na terenie Telewizji Polskiej w Warszawie w 2003 r. została przeprowadzona z wykorzystaniem metody krakingu i reliningu krótkiego modułami PE VipLiner. Kolektor o średnicy 160 mm wykazywał liczne nieszczelności także w miejscach łączenia ze studzienkami. Względy ekonomiczne i lokalizacja kanału wpłynęły na decyzję o renowacji modułami polietylenowymi VipLiner. Wykonawca zastosował metodę krakingu dynamicznego, tzn., że bezpośrednio za głowicą kreta wciągane były moduły VipLiner i następnie łączone w studzience startowej. W realizacji tej wykorzystano moduły o długości 0,5 m i 2 m na odcinku o długości całkowitej wynoszącej 250 m.

## Renowacja studzienek kanalizacyjnych

Analiza stanu technicznego kolektora przeznaczonego do renowacji powinna również obejmować występujące na jego trasie studzienki. Ich stan techniczny może również być przyczyną takich samych zagrożeń jak kolektor. Nawet jeżeli przed renowacją w studzienkach nie stwierdzono infiltracji wód gruntowych, po doszczelnieniu kolektora może dojść do podniesienia poziomu wód gruntowych i mogą pojawić się w nich przecieki. Dlatego w terenach o wysokim poziomie wód gruntowych warto oprócz renowacji kolektora wykonać również renowację studzienek. W zależności od średnicy kolektora i wymiarów istniejących studzienek można przeprowadzić ich renowację w oparciu o produkowany zakres średnic rur PE. Połączenie komina studzienki z nowo wprowadzonym kolektorem po renowacji następuje poprzez wykonanie spawania ekstruzyjnego.

Odnowa kanalizacji odbywa się przez wykopową wymianę studzienki lub zdjęcie oraz demontaż górnej części istniejącej studzienki i wstawienie komina o mniejszej średnicy z wypełnieniem przestrzeni między kominami piaskiem lub zaprawą cementową, w zależności od stanu konstrukcyjnego studzienki. ■